

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Band:	82 (1991)
Heft:	16
Artikel:	Leistungsbedarf und -angebot der Schweiz bis 2005 und die Zweckmässigkeit weiterer Saisonspeicherung
Autor:	[s.n.]
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-902987

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Leistungsbedarf und -angebot der Schweiz bis 2005 und die Zweckmässigkeit weiterer Saisonspeicherung

Der nachfolgende Artikel fasst die Aussagen und Ergebnisse des Berichts «Leistungsbedarf und -angebot der Schweiz bis 2005 und die Zweckmässigkeit weiterer Saisonspeicherung» zusammen. Der Bericht wurde von einer Arbeitsgruppe aus der Kommission für energiewirtschaftliche Fragen des VSE erarbeitet. Der vollständige Bericht kann beim VSE angefordert werden.

Vorbemerkungen

Der Bericht «Leistungsbedarf und -angebot der Schweiz bis 2005 und die Zweckmässigkeit weiterer Saisonspeicherung» [1] wurde in wesentlichen Teilen im Sommer/Herbst 1990 erarbeitet. Seine Aussagen wurden im Lichte der seither eingetretenen Entwicklung in der schweizerischen Energiepolitik überprüft.

Die Schweizer Stimmbürgerinnen und Stimmbürger haben am 23. September 1990 mit einer grossen Mehrheit dem Energieartikel zugestimmt. Sie haben sich damit klar und eindeutig für eine ausreichende, breitgefächerte, sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Gesamtenergieversorgung ausgesprochen. Dazu gehört auch die Forderung nach einer sparsamen Nutzung aller Energieträger. Gleichzeitig wurde der Ausstieg aus der Kernenergie abgelehnt, gekoppelt mit einem zehnjährigen Moratorium. Der verstärkte Einsatz einheimischer und erneuerbarer Energie wird gefordert. Die Stimmbürgerinnen und Stimmbürger haben damit auch klar für eine weiterhin sichere, ausreichende und wirtschaftliche Versorgung mit elektrischer Energie votiert.

Als Reaktion auf die Ergebnisse der Abstimmung hat das EVED das Aktionsprogramm «Energie 2000» lanciert. Dieses setzt sich zum Ziel, das Moratorium von 10 Jahren optimal zu nutzen, die Nachfrage nach fossiler Energie ab dem Jahr 1995 und nach elektrischer Energie ab dem Jahr 2000 zu stabilisieren sowie den Beitrag der erneuerbaren Energien zu erhöhen.

Im Bericht [1] werden nicht die Spar- und Verbrauchsziele des Aktionsprogramms «Energie 2000» beurteilt, er berücksichtigt diese jedoch in seinen Aussagen. Als Grundlagen für den Bericht dienten der 7. Zehn-Werke-Bericht und seine Aktualisierung. Diese Grundlagen behalten auch unter Be-

rücksichtigung des Aktionsprogramms «Energie 2000» ihre Aussagekraft, denn

- der 7. Zehn-Werke-Bericht berücksichtigt in der Bedarfsentwicklung bereits einen Energieartikel in der Fassung, wie er 1983 knapp abgelehnt wurde;
- die Bedarfsprognose stimmt mit der bis Ende 1990 eingetretenen Entwicklung sehr gut überein;
- messbare Auswirkungen der konkreten Verordnung auf Grund des Energienutzungsbeschlusses auf den Elektrizitätsverbrauch sind erst in einigen Jahren zu erwarten bzw. nachzuweisen;
- noch später dürften Auswirkungen des Energiespargesetzes, das auf der Grundlage des jetzt angenommenen Energieartikels zu erlassen ist, den Elektrizitätsverbrauch messbar beeinflussen.

Trotz der Anstrengungen zur rationalen Elektrizitätsnutzung ist bei realistischer Einschätzung weiterhin ein Zuwachs des Elektrizitätsverbrauchs zu erwarten. Auch wenn das Ziel einer Stabilisierung des Elektrizitätsverbrauchs erreicht werden kann, bleiben die Kernaussagen des vorliegenden Berichts bezüglich der Leistung und der vermehrten Saisonspeicherung gültig.

Einleitung

Der 7. Zehn-Werke-Bericht vom September 1987 [2] ging in seinen Schlussfolgerungen davon aus, dass trotz eines Energiedefizites von 4,3 TWh im Winterhalbjahr 2004/05 die Deckung des Leistungsbedarfs als gesichert angesehen werden darf. Es wurde aber schon damals darauf hingewiesen, dass «zumindest im nächsten Jahrtausend die Leistungsversorgung nicht wie bisher als problemlos betrachtet werden darf». Die Versorgungssituation in der

Adresse der Autoren

Kommission für energiewirtschaftliche Fragen,
Arbeitsgruppe «Leistungsbedarf»,
VSE, Bahnhofplatz 3, 8023 Zürich

Ausblick auf die künftige Elektrizitätsversorgung

Schweiz hat sich seit der Veröffentlichung des 7. Zehn-Werke-Berichtes verschärft (Nichtrealisierung von Kaiseraugst, Verzögerung von Wasserkraftwerken), was Anlass zu seiner Aktualisierung bildete [3]. Trotz der verstärkten Förderung der neuen erneuerbaren Energien zur Stromproduktion – wobei die Wasserkraft als bedeutendste einheimische, erneuerbare Energie von dieser Förderung praktisch ausgenommen wird – und insbesondere der Photovoltaik, werden diese bis nach der Jahrhundertwende höchstens einige Prozent zur Deckung des Elektrizitätsverbrauchs beitragen können. Eine Tendenz zu geringeren Zuwachsraten des Elektrizitätsbedarfs kann erwartet werden. Dazu beitragen werden sicherlich auch die Massnahmen, die aufgrund des Energienutzungsbeschlusses und des Energieartikels getroffen werden.

Die Sicherstellung einer ausreichenden Elektrizitätsversorgung verlangt, dass sowohl genügend Energie als auch genügend Leistung zur Verfügung stehen. Durch den grossen Anteil an Speicherkraftwerken mit ihrer hohen, schnell einsetzbaren Leistung, bot die Deckung des Leistungsbedarfs in den vergangenen Jahren keine Probleme. Die Sicherstellung eines genügenden Energieangebots insbesondere im Winterhalbjahr stand deshalb im Vordergrund der Untersuchungen zur Versorgungssicherheit. Der erforderliche Zuwachs der Beschaffung erfolgte in den 80er Jahren durch Kernkraftwerke (KKW Gösgen 1979 und Leibstadt 1984) und wird in den kommenden zehn Jahren durch Importe von Bandenergie aus französischen Kernkraftwerken erfolgen. Diese letzteren Beschaffungen tragen bedeutend zur Ener-

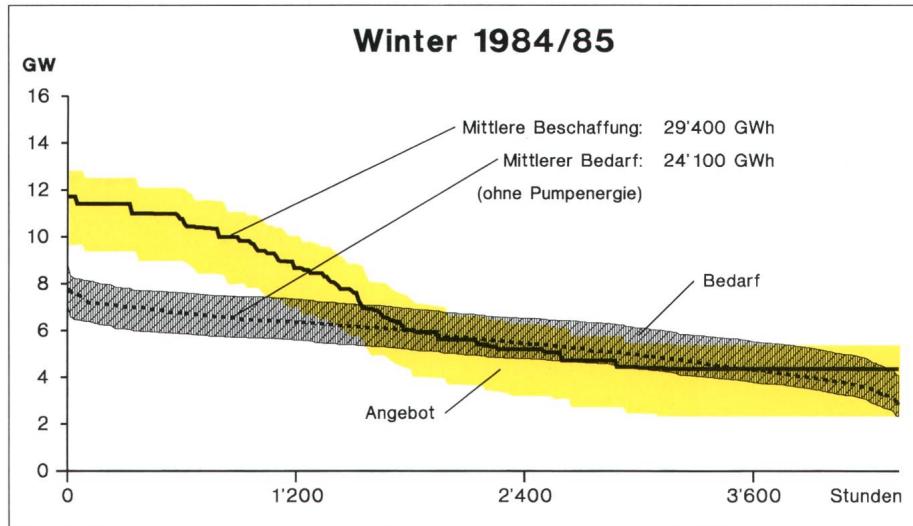


Bild 1 Leistungsbilanz Winter 1984/85, ohne Speicherpumpen

giedeckung bei, ihr Beitrag zur Leistungsdeckung ist aber geringer.

Mit der vorliegenden Untersuchung werden zwei Ziele verfolgt: Erstens soll überprüft werden, ob mit der Verzögerung bzw. der Nichtrealisierung einheimischer Produktionsanlagen und der zunehmenden Importabhängigkeit nicht nur die Versorgung mit elektrischer Energie, sondern auch die Dekoration des Leistungsbedarfs gefährdet ist. Dazu soll der Leistungsbedarf und seine Deckung vertieft dargestellt werden, auch unter der Annahme, dass ein allfälliges Energiemanko gedeckt werden kann. Zweitens sollen Aussagen über den Sinn und die Zweckmässigkeit weiterer Saisonsspeicher gemacht werden, dies auch unter Berücksichtigung der bereits eingeleiteten Aktionen in der Energiepolitik. Obwohl mancherlei Abhängigkeiten zwischen der Leistung

und der Saisonsspeicherung bestehen, sind die beiden Themen getrennt dargestellt.

Leistungsbedarf und -angebot

Im Gegensatz zur Energiebilanz ist für die Aufstellung einer Leistungsbilanz auch die zeitliche Verfügbarkeit der Leistung wichtig. Der Leistungsbedarf und das Leistungsangebot wurden deshalb in Form von Leistungsdauerkurven ermittelt, jeweils für das Winter- und Sommerhalbjahr der hydrologischen Jahre 1984/85, 1994/95 und 2004/05.

Zur Erstellung der Leistungsdauerkurven werden die Leistungswerte eines Halbjahres in absteigender Reihenfolge geordnet. Durch diese Sortierung werden an und für sich nur schwer vergleichbare effektive Leistungsverläufe vergleichbar. Die Dauerkurven des Leistungsbedarfs beruhen auf Unterlagen des Bundesamtes für Energiewirtschaft (BEW) und der Zehn-Werke¹. Einflüsse der Temperatur werden durch Normalisierung berücksichtigt.

Bestätigt durch Untersuchungen wird angenommen, dass sich die Leistungsnachfrage parallel zur Energienachfrage weiter entwickelt. Grundlage für die

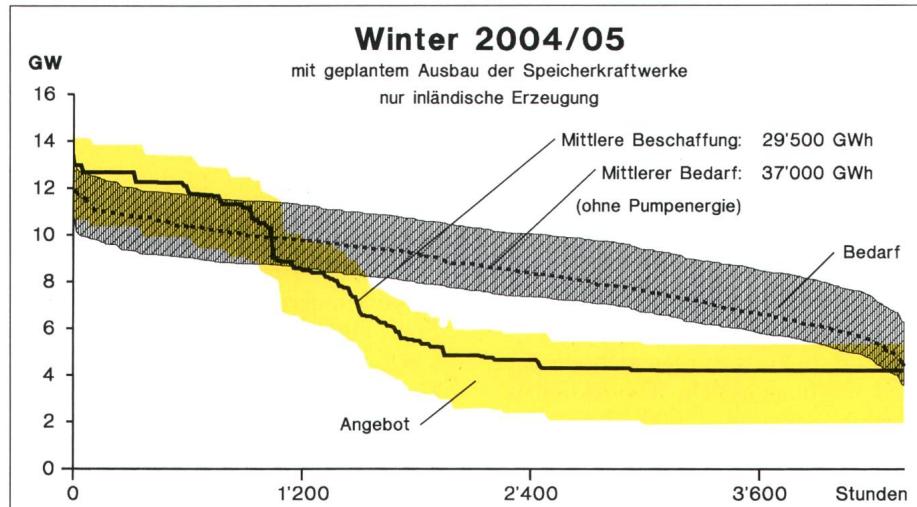


Bild 2 Leistungsbilanz im Winter 2004/05, nur inländische Erzeugung, mit geplantem Ausbau der Speicherkraftwerke im Ausmass des 7. ZWB, Bilanz ohne Pumpenergie

¹ Die sechs Überlandwerke: Aare-Tessin AG für Elektrizität (Atel), Bernische Kraftwerke AG (BKW), Centralschweizerische Kraftwerke (CKW), Elektrizitäts-Gesellschaft Laufenburg AG (EGL), S.A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS), Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK), die Stadtwerke Elektrizitätswerk der Stadt Bern (EWB), Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ), Industrielle Werke Basel (IWB) und die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB).

Energienachfrage ist der 7. Zehn-Werke-Bericht und seine Aktualisierung, wobei die Situation nach der Abstimmung vom 23. September 1990 berücksichtigt wird. Der Leistungsbedarf wird in einer Bandbreite angegeben, die im Winterhalbjahr begrenzt wird durch die Nachfrage bei -15°C und $+12^{\circ}\text{C}$ und im Sommer um $\pm 5\%$ vom Mittelwert abweichen kann.

Zur Ermittlung des Leistungsangebots wurden die Leistungsdauerkurven der fünf Kraftwerkarten (Laufwasserkraftwerke, Speicherkraftwerke, Umwälzwerke, Kernkraftwerke im In- und Ausland, übrige Produktion) ermittelt und addiert. Dabei wurden unterschiedliche Verfügbarkeiten der Kraftwerke berücksichtigt. Auch das Leistungsangebot wird in einer Bandbreite angegeben, begrenzt nach oben durch eine außerordentlich gute Hydraulizität und die überdurchschnittliche Verfügbarkeit der Kraftwerke, und nach unten durch unterdurchschnittliche Hydraulizität und den angenommenen Ausfall einer Kraftwerksleistung von 1000 MW. Die erforderliche Leistungsreserve ist damit in der Darstellung der Bandbreite enthalten.

Bild 1 zeigt die Dauerkurven des Leistungsbedarfs und des -angebots für das Winterhalbjahr 1984/85 mit den oben erwähnten Bandbreiten. Daraus ist ersichtlich, dass selbst im ungünstigsten Fall (sehr kalt, geringe Hydraulizität und Ausfall von 1000 MW) die Leistungsnachfrage ausreichend hätte gedeckt werden können.

Bei der künftigen Entwicklung wird die Lage im Winterhalbjahr zunehmend beunruhigender. Bei Realisierung wei-

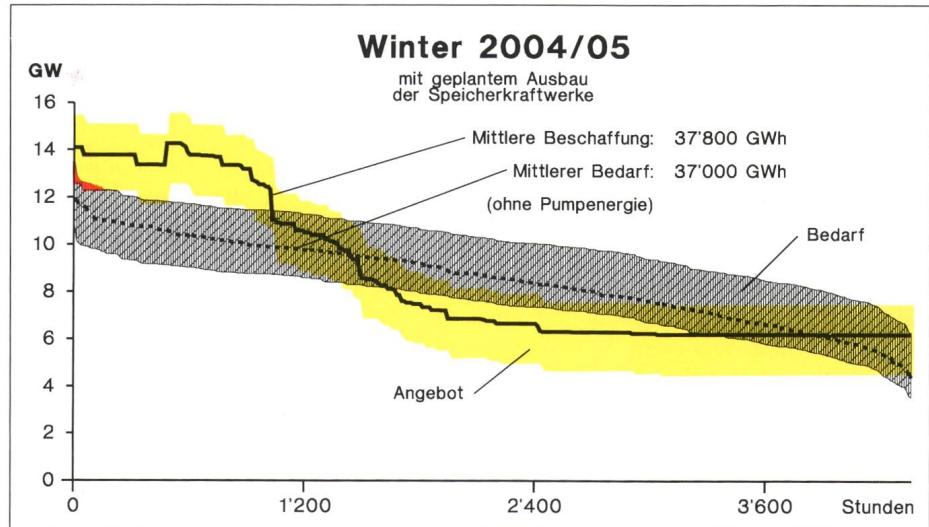


Bild 3 Leistungsbilanz im Winter 2004/05 unter der Annahme, dass die geplanten Speicherkraftwerkprojekte im Ausmass des 7. ZWB realisiert werden. Bilanz ohne Pumpenergie

terer Speicherkraftwerke zur Saisonumlagerung bzw. zur Erhöhung der Leistung wird die Schweiz 2005 gerade über soviel Spitzenleistung verfügen, wie sie benötigt. Es wäre keine freie Spitzenleistung mehr verfügbar, welche man gegen die in der Schweiz knappe Mittellastleistung und -energie wertungsgerecht tauschen könnte. Im schlimmsten Fall, das heisst bei schlechter Hydraulizität, einem sehr kalten Winter und einem Ausfall eines Kraftwerks von 1000 MW, könnte das Leistungsmanko mehrere Tausend MW erreichen.

Wenn die Erstellung oder Erweiterung der geplanten Speicherkraftwerke bis 2005 nicht realisiert werden kann, wäre die Elektrizitätsversorgung der

Schweiz im Winter bereits bei einer Kältewelle oder einem Ausfall eines grossen Kraftwerks gefährdet. Eine Stabilisierung der Elektrizitätsnachfrage nach 2000 würde die obigen Aussagen etwas entschärfen, jedoch nicht gegenstandslos machen.

Bild 2 zeigt die Leistungsbilanz im Winterhalbjahr 2004/05, angebotsseitig nur mit der inländischen Erzeugung und unter der Annahme, dass der geplante Ausbau der Speicherkraftwerke im Ausmass des 7. Zehn-Werke-Berichtes realisiert werden kann. Sie verdeutlicht, dass ohne die ausländischen Bezugsrechte die Elektrizitätsversorgung der Schweiz nicht sichergestellt wäre, dies selbst bei einer Stabilisierung der Nachfrage nach 2000. Im Vergleich mit Bild 3, in dem auch die ausländischen Bezugsrechte berücksichtigt wurden, ist erkennbar, dass diese primär zur Deckung einer Energielücke notwendig sind. Sie leisten auch einen Beitrag an die Leistungsdeckung, jedoch in geringerem Masse als zur Deckung der Energielücke.

Bild 4 zeigt die Leistungsbilanz im Winter 2004/05 unter der Annahme, dass die geplanten Aus- und Neubauten von Speicherkraftwerken im Ausmass des 7. Zehn-Werke-Berichts nicht realisiert werden können. Es ist ersichtlich, dass die Leistungsdeckung in Spitzenlastzeiten gefährdet ist. Dies gilt auch, wenn eine Stabilisierung der Nachfrage nach 2000 auf einem etwas geringeren Niveau als dargestellt erreicht werden kann. Der geplante Ausbau der Speicherkraftwerke ist also auch unter Berücksichtigung der Ziele des Aktionsprogramms «Energie 2000» energiewirtschaftlich weiterhin notwendig.

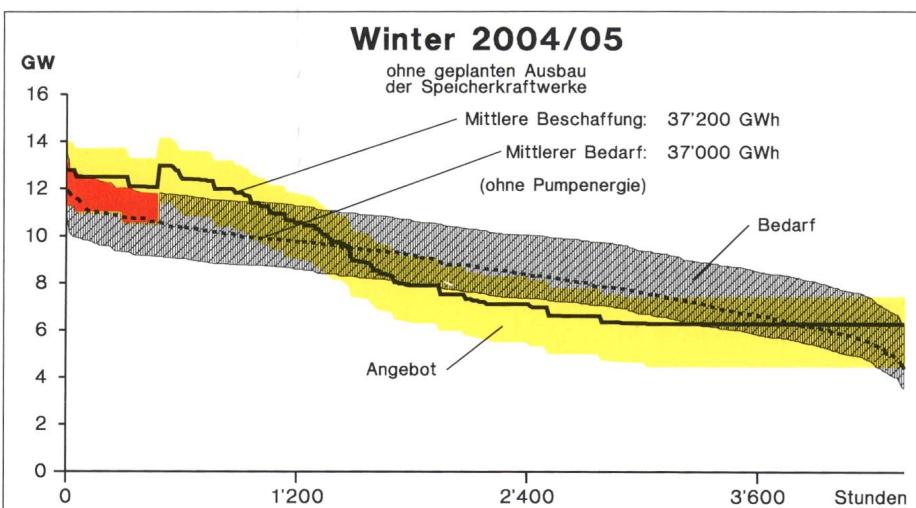


Bild 4 Leistungsbilanz im Winter 2004/05 unter der Annahme, dass die geplanten Speicherkraftwerke im Ausmass des 7. ZWB nicht vor 2005 realisiert werden. Die Projekte für Laufwasserkraftwerke sind enthalten. Bilanz ohne Pumpenergie

Ganz anders ist die Lage im Sommer: Selbst unter ungünstigen Voraussetzungen wird die Versorgungssituation im Sommer kaum jemals kritisch sein, dies bedingt durch die tiefere Leistungsnachfrage und das höhere Angebot der Leistung aus Wasserkraftwerken.

Eine vermehrte Produktion aus erneuerbaren Energien (z.B. Photovoltaik, Kleinwasserkraftwerke) erhöht tendenziell das Leistungsangebot im Sommerhalbjahr, leistet im Winterhalbjahr aber einen bedeutend kleineren Anteil. Zudem kann das Leistungsangebot stark schwanken, verlangt also zum Ausgleich dieser Schwankungen Leistungsreserven, die zweckmässigerweise in Speicherkraftwerken bereitgestellt werden.

Neben der Erhöhung des Leistungsangebots sind auch Massnahmen zur Verminderung der Leistungsnachfrage zu prüfen. Die Elektrizitätswerke bemühen sich, das Wachstum der Nachfrage nach Spitzenleistung zu beschränken. Dazu dienen verschiedene technische wie auch tarifarische Massnahmen wie zum Beispiel unterbrechbare Lieferverträge, werkgesteuerte Aufladung der Speicherheizung, Last-Management.

Energiemässig wird heute im für die Versorgung entscheidenden Winterhalbjahr unter Einbezug der ausländischen Bezugsrechte und bei Einsatz aller Reserven eine ausreichende Versorgungssicherheit angestrebt. Diese Versorgungssicherheit stützt sich in zunehmendem Masse auf die ausländischen Bezugsrechte ab. Zu berücksichtigen bleibt, dass die ausländischen Bezugsrechte aber gerade in Zeiten der höchsten Leistungsnachfrage (Hochwinter, kalte Tage) vertragsgemäss bedeutend reduziert werden können. Im Leistungsangebot gemäss Bild 3 und 4 ist diese Leistungsreduktion der Bezugsrechte berücksichtigt durch ein geringeres Leistungsangebot in den Spitzenlaststunden. Die Wahrscheinlichkeit ist gross, dass eine Kältewelle ganz Europa betreffen kann, dass also in allen unseren Nachbarländern Produktions- und auch Übertragungsgänge gleichzeitig eintreten können. Ein Ausfall grosser Produktions- und/oder Übertragungskapazitäten hätte unweigerlich auch Auswirkungen auf die Schweiz. Es ist deshalb anzustreben, dass die Schweiz in Spitzenlastzeiten über genügend inländische Leistung verfügt, um die Leistungsnachfrage zu decken. Sie darf sich gerade während Spitzenlastzeiten nicht auch noch leistungsmässig auf Bezüge aus dem Ausland abstützen. Zudem muss sie in der Lage sein, wäh-

rend der Zeit, in denen die ausländischen Bezugsrechte leistungsmässig reduziert sind, auch die damit ausfallende Energie zu ersetzen.

Regional kann die Leistungsdeckung während der Spitzenlastzeiten kritischer sein als für die Schweiz als ganzes. Die Speicherkraftwerke, die für die Deckung des Leistungsbedarfs eine dominierende Rolle spielen, befinden sich hauptsächlich in den Kantonen Wallis, Graubünden und Tessin, wohingegen die Verbrauchsschwerpunkte in den grossen Städten des Mittellandes liegen. Die Übertragungskapazität der Hochspannungsleitungen beeinflusst regional die Verfügbarkeit der Spitzenleistung.

Aus europäischer Sicht stellt freie Spitzenleistung im Winter ein begehrtes Tauschgut dar. Die langfristige Leistungsbereitstellung in unseren Wasserkraftwerken könnte aus ökonomischer und ökologischer Sicht einen wertvollen schweizerischen Beitrag für die zukünftige europäische Stromversorgung bilden. Aus der Sicht der Ressourcenutzung entspricht dies einem optimalen Einsatz unserer Wasserkraft, wovon unsere Volkswirtschaft und letztendlich jeder Stromkonsument profitiert.

Zweckmässigkeit weiterer Saisonspeicherung

Um die Notwendigkeit weiterer Saisonspeicheranlagen unter energiewirtschaftlichen Gesichtspunkten zu begründen, wären genaue Prognosen über die langfristige Bedarfs- und Produktionsentwicklung erforderlich. Prognosen – besonders solche über lange Zeiträume – sind immer mit einer Unsicherheit behaftet. Es ist hier nicht das Ziel, den Nachweis der Notwendigkeit einer neuen Saisonspeicheranlage bzw. des Ausbaus eines bestehenden Werks zu erbringen, sondern es sollen Kriterien für die Beurteilung der Zweckmässigkeit weiterer Anlagen gegeben werden. Die Beurteilung der Zweckmässigkeit berücksichtigt die energiewirtschaftlichen Auswirkungen eines neuen oder erweiterten Werks bei verschiedenen möglichen Szenarien. Ein Vergleich der Vor- und Nachteile einer Saisonspeicheranlage mit anderen Möglichkeiten zur Bedarfsdeckung muss neben den energiewirtschaftlichen Aspekten auch die Auswirkungen auf die Umwelt (Landschaft, Luft, Wasser) und die Kosten (Gestehungskosten, volkswirtschaftliche Kosten) beinhalten. Alle diese Abwägungen führen zu einem Gesamтурteil über die Zweckmässigkeit eines konkreten Projekts und zeigen da-

mit die Notwendigkeit einer Realisierung auf.

Die Elektrizitätsversorgung der Schweiz kann heute energiewirtschaftlich wie folgt charakterisiert werden:

bezüglich Bedarf:

- Der Bedarf ist im Winter höher als im Sommer (Winter-/Sommer-Verhältnis 54:46). Dies ist bedingt durch die geographische Lage (Klima, Licht, Temperatur), aber auch durch die Lebensweise (z.B. längere Ferien im Sommer, energieintensivere Freizeitgestaltung im Winter) und die höhere Produktion der Industrie im Winter.
- Die monatlichen Bedarfsunterschiede können jedoch bedeutend höher sein. So wird zum Beispiel im Juli nur etwa 2/3 der Elektrizität verbraucht, die im Januar nachgefragt wird.
- Die Zuwachsrate des Bedarfs (Endverbrauch) haben sich im Kalenderjahr im 5-Jahresdurchschnitt von 3,3%/a (1979–1984) auf 2,8%/a (1984–1989) vermindert. Ebenso vermindert haben sich die Zuwachsraten im gleichen Zeitraum im Winterhalbjahr von 3,8%/a (1978/79–1983/84) auf 2,7%/a (1983/84–1988/89), wohingegen sie im Sommerhalbjahr in der gleichen Zeit unverändert bei 2,8%/a lagen.

bezüglich Erzeugung:

- Die nutzbaren natürlichen Zuflüsse zu den Wasserkraftwerken fallen zu 1/4 im Winter und zu 3/4 im Sommer an.
- Dank der Speicherkraftwerke gelingt es, das Verhältnis der effektiven Erzeugung aus Wasserkraftwerken auf 40:60 (Winter:Sommer) zu verschieben.
- Im Jahresmittel stammen knapp 60% der Produktion aus Wasserkraftwerken, im für die Versorgung entscheidenden Winterhalbjahr ist es nur etwas mehr als die Hälfte.
- Die Kernkraftwerke erzeugen saisonangepasst, das heisst im Sommer etwa 41% der Jahresproduktion, im Winter dagegen 59%.
- Mit einem Anteil von nur 2% an der gesamten Jahresproduktion ist die Erzeugung aus fossilen Brennstoffen praktisch unbedeutend, dies im Gegensatz zu allen Nachbarländern. Bezuglich Luftbelastung (SO_2 , NO_x , CO_2 usw.) ist die Elektrizitätserzeugung der Schweiz vorbildlich.

Wegen des hohen Anteils an Wasserkraftwerken und der teilweise ungenügenden Speichermöglichkeit auf der einen Seite und der über das Jahr gesehen

zur Produktion aus Wasserkraft gegenläufigen Elektrizitätsnachfrage entstehen bedeutende Überschüsse im Sommer.

Entwicklung des Umlagerungsbedarfs

Die Energiepolitik und damit auch die Elektrizitätspolitik der Schweiz befindet sich zurzeit im Umbruch. Insbesondere werden grosse Anstrengungen unternommen, um durch rationelle Energienutzung den Gesamtenergiebedarf und auch den Elektrizitätsbedarf so

niedrig wie möglich zu halten. Diese Bemühungen dienen vor allem dem Erhalt einer intakten Umwelt.

Auch für den Schutz unserer Fließgewässer werden zusätzliche Massnahmen ergriffen. Die von den eidgenössischen Räten beschlossene deutliche Erhöhung der Restwassermengen in den Flussläufen der zur Elektrizitätsproduktion genutzten Gewässer wird mit der Zeit gerade im Winter die Elektrizitätsproduktion aus Wasserkraft vermindern. Dadurch entsteht ein zusätzlicher Um-

lagerungsbedarf vom Sommer in den Winter.

Bei der eingeleiteten Energiepolitik der Schweiz bilden die erneuerbaren Energien einen Schwerpunkt. Sie sollen nach und nach einen grösseren Anteil des Energiebedarfs decken helfen. Wie der Energieverbrauch ist auch die Nutzung der erneuerbaren Energien und insbesondere die Photovoltaik stark vom Sonnenzyklus abhängig. In unseren Breitengraden ist der Elektrizitätsverbrauch bei geringer Sonneneinstrah-

Schlussfolgerungen bezüglich Saisonspeicherung

- a) Aus der Struktur des Elektrizitätsbedarfs und -angebots begründet, resultieren auch in Zukunft bei verschiedenen vorstellbaren, plausiblen Entwicklungen/Szenarien und insbesondere auch unter Berücksichtigung der Ziele des Aktionsprogramms «Energie 2000» Produktionsüberschüsse im Sommer. Grundsätzlich gibt es drei Möglichkeiten, diese zu verwerten:
- Kraftwerke (vor allem Laufwasserkraftwerke) können abgestellt werden, die Produktion ist verloren und kann später nicht nachgeholt werden.
 - Die Produktion kann exportiert oder ausgetauscht werden und ersetzt im Ausland hauptsächlich Erzeugung aus Kohlekraftwerken.
 - die Produktion kann nach Schaffung weiterer Speichermöglichkeiten als Antrieb für Zubringerpumpen verwendet werden, um Wasser aus tiefer gelegenen Einzugsgebieten in einen Stausee zu pumpen. Zugleich kann, anstatt es im Sommer zur Produktion zu verwenden, durch Vergrösserung des Speichervolumens natürlich zufließendes Wasser gefasst und umgelagert werden.
- b) Gesamtschweizerisch besteht praktisch unabhängig von angestrebten Elektrizitätsversorgungs-szenarien in jedem Fall ein Umlagerungsbedarf vom Sommer in den Winter. Einsparungsmöglichkeiten auf der Bedarfsseite führen ohne drastische Veränderung der Lebensgewohnheiten und strukturellen Veränderungen in der Wirtschaft zu einer über das ganze Jahr verteilten Reduktion des Elektrizitätsbedarfs. Damit bleibt

die Struktur des Bedarfs (Mehrverbrauch im Winter, Minderverbrauch im Sommer) erhalten, auch wenn der jährliche Elektrizitätsverbrauch sich ändert. Zusammen mit der Struktur des Angebots ergibt sich deshalb auch in Zukunft ein Umlagerungsbedarf.

- c) Pumpenergie wird in den Hochsommermonaten bei allen plausiblen Entwicklungen/Szenarien weiterhin verfügbar sein.
- d) Die vermehrte Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Energien wie zum Beispiel Photovoltaik, Kleinwasserkraftwerken usw. führt tendenziell zu höherer Produktion im Sommerhalbjahr und erhöht damit die Sommerüberschüsse.
- e) Durch die Saisonspeicherung wird die Wasserkraft als bedeutendste einheimische, erneuerbare Energie besser genutzt. Die Erhöhung von Restwassermengen, wie sie im Gewässerschutzgesetz vorgesehen sind, wird zu einer bedeutenden Einbusse an Erzeugung im Winterhalbjahr führen. Dieser Erzeugungsrückgang wird durch den Ersatz von bestehenden Turbinen (Wirkungsgradverbesserungen) allein kaum wettgemacht werden können.
- f) Sparen allein ist keine Alternative zum Ausbau der Saisonspeicherung, es ist eine Ergänzung dazu. Weitere starke Anstrengungen zur rationelleren Elektrizitätsnutzung sind die Voraussetzung, um den weiteren Zuwachs der Elektrizitätsnachfrage zu dämpfen.
- g) Konventionell-thermische Kraftwerke bzw. Wärme-Kraft-Koppungs-Anlagen sind als Ergänzung für vermehrte Saisonspeicherung
- denkbar. Die Aspekte des Wärmeabsatzes (für WKK-Anlagen), der direkten Auslandabhängigkeit und der CO₂-Problematik engen deren Einsatz stark ein, insbesondere wenn berücksichtigt wird, dass bis heute die Elektrizitätsproduktion in der Schweiz praktisch CO₂-frei ist.
- h) Auch wenn nach der Annahme der Moratoriumsinitiative die Inbetriebnahme eines inländischen Kernkraftwerkes mittelfristig kaum möglich ist, so bleibt die Kernenergie eine valable Alternative zur Deckung einer Energielücke, und sie könnte einen Beitrag zur Leistungsdeckung leisten.
- i) Die Leistungsdeckung in der Schweiz ist gefährdet. Grundsätzlich wäre es möglich, in jedem Speicherkraftwerk durch Einbau weiterer Zentralen die Leistung zu erhöhen. Im Vordergrund der vermehrten Saisonumlagerung steht die zusätzlich im Winterhalbjahr verfügbare Energie. Soll der Charakter eines Speicherkraftwerks erhalten bleiben, so ist bei einer Erhöhung der Saisonspeicherkapazität auch die Leistung zu erhöhen, damit die gesamte Energie im Winter in Spitzenzeiten erzeugt werden kann.
- j) Mit der hohen installierten Leistung in den Speicherkraftwerken verfügt die Schweiz im europäischen Verbundnetz heute noch über einen Trumf, der nicht leichtfertig verspielt werden darf. In einem Europa zunehmender Spezialisierung auch in der Elektrizitätsversorgung könnte uns dies eine starke Stellung innerhalb des Verbundnetzes sichern.

Ausblick auf die künftige Elektrizitätsversorgung

lung hoch, die Elektrizitätsproduktion aus erneuerbaren Energien dagegen gering. Bei grosser Sonneneinstrahlung sind die Verhältnisse gerade umgekehrt.

Damit ergibt sich von der Produktionsseite her gesehen bei der Nutzung der erneuerbaren Energien aber auch ein steigender Umlagerungsbedarf, weil eben die Produktionsmöglichkeiten im Sommer grösser als im Winter sind.

Auf der Bedarfsseite zeigt sich, dass die Einsparungsmöglichkeiten für elektrische Energie – unter Ausklammerung der Elektroheizung – zu einer über das ganze Jahr gleichmässigen Reduktion des jeweiligen Elektrizitätsbedarfs führen können. Die Umlagerung von Elektrizitätsbedarf vom Winter in den Sommer ist ohne eine drastische Veränderung unserer Lebensgewohnheiten kaum möglich. Wegen diesen grundsätzlichen Zusammenhängen werden Veränderungen des Umlagerungsbedarfs weitgehend produktionsseitig durch die Wahl der Energieträger (z.B. erneuerbare Energie, fossile Brennstoffe, Uran usw.) und die Wahl der zugehörigen Anlagetypen (z.B. Gasturbinen-Kraftwerke, Kombikraftwerke, Heizkraftwerke usw.) bewirkt, die für die Deckung des in seiner Sommer-/

Winterstruktur kaum beeinflussbaren Bedarfs eingesetzt werden.

Unter anderem könnten zum Beispiel Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen (WKK) einen substantiellen Beitrag an die Winterbedarfsdeckung leisten, weil sie parallel zu Wärme auch Elektrizität produzieren können. Aus der Sicht der gesamten Umweltbelastung dürfte sich der Beitrag fossil befeuerter WKK-Anlagen an die Deckung des Elektrizitätsbedarfs im Winter jedoch in engen Grenzen halten. Zusätzliche Umweltbelastungen können ansonsten nicht vermieden und die geforderten Reduktionen der vorhandenen Umweltbelastungen nicht im gewünschten Mass erreicht werden.

Damit zeigt sich, dass der Umlagerungsbedarf für die Produktion von elektrischer Energie vom Sommer in den Winter praktisch unabhängig von den gewählten bzw. angestrebten Elektrizitätsversorgungsszenarien in jedem Fall gegeben ist. Nur die Entwicklung neuer Saisonspeichermöglichkeiten (wie z.B. Wasserstoffspeicherung mit anschliessender Produktion von Elektrizität in einer Brennstoffzelle) könnte hier zu einer Veränderung führen.

Derzeit zeichnet sich jedoch keine wirtschaftlich günstigere und in ihrer Gesamtheit weniger umweltbelastende

Technologie ab. Folglich ist die Vergrösserung des Speichervolumens zur Umlagerung von Sommerüberschüssen in den Winter langfristig geeignet, einen substantiellen Beitrag an die Sicherstellung der Elektrizitätsversorgung der Schweiz zu leisten.

Über die Zweckmässigkeit weiterer Saisonspeicherung unter Berücksichtigung verschiedener möglicher Entwicklungen des Elektrizitätsbedarfs und -angebots, hält der Bericht die im Kasten zusammengefassten Schlussfolgerungen fest.

Ein weiterer Ausbau der Saisonspeicherung ist deshalb insgesamt als zweckmässig und unter Berücksichtigung des Aktionsprogramms «Energie 2000» als notwendig zu bezeichnen.

Literatur

- [1] Leistungsbedarf und -angebot der Schweiz bis 2005 und die Zweckmässigkeit weiterer Saisonspeicherung, VSE Bericht Nr. 4.50d, Nov. 1990.
- [2] Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz bis 2005, 7. Zehn-Werke-Bericht, VSE Bericht Nr. 5.73d, September 1987.
- [3] Zusatzbericht zur Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz bis 2005, Aktualisierung des 7. Zehn-Werke-Berichtes, VSE Bericht Nr. 3.62d, Juli 1990.